

## МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ШЛАКИ КАК СОРБЕНТЫ

Грайворонская И. В., Кugno Т. В., Хоботова Э. Б.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков  
chemistry@khadi.kharkov.ua

Внедрение малоотходных технологий стимулирует реализацию мероприятий по охране окружающей среды: выявление ресурсной ценности и полезных свойств металлургических шлаков, обоснование целесообразности их утилизации в качестве сорбентов при очистке промышленных сточных вод и др.

**Задачи работы:** обоснование целесообразности использования металлургических шлаков ООО Побужского ферроникелевого комбината (ПФНК) и ПАО Никопольского завода ферросплавов (НЗФ) в качестве адсорбентов, определение элементного и минералогического состава шлаков.

**Минералогический состав шлаков.** Рентгенофазовый анализ показал, что образцы шлака ПФНК, сухой и вымоченный в воде в течение 1 мес., подобны друг другу и содержат диопсид  $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ . В вымоченном образце шлака дополнительно обнаружены кварц  $\text{SiO}_2$  (3,1 %), маргарит  $\text{Ca}_{0,88}\text{Na}_{0,12}\text{Al}_2(\text{Si}_{2,12}\text{Al}_{1,88}\text{O}_{10})(\text{OH})_2$  (1,8 %), альбит  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  (1,9 %), иллит  $\text{K}(\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_9(\text{OH})_3)$  (0,9 %). Выраженный волнистый характер фона на обеих дифрактограммах позволяет предположить, что в образцах содержится аморфная фаза.

Образец шлака НЗФ производства сплавов FeSiMn содержит 13,7 % титанита  $\text{Ca}(\text{Ti}_{0,818}\text{Al}_{0,182})(\text{O}_{0,818}\text{F}_{0,182})(\text{SiO}_4)$  и 86 % диопсидных фаз. В образцах шлака НЗФ производства FeMn присутствуют фазы:  $\text{Fe}_4\text{Mn}_{77}\text{Si}_{19}$  – 13 %,  $\text{Fe}_3\text{C}$  – 38 %,  $\text{Mn}_5\text{C}_2$  – 41 %,  $\text{Mn}_7\text{C}_3$  – 4 %,  $\text{Mn}_5\text{SiC}$  – 3,8 %.

**Элементный состав** шлака ПФНК, определенный рентгеновским микроанализом, показал незначительное количество Si, Al, Mg, Fe, K, Na, Mn и некоторых других элементов. Точный расчет модулей кислотности и основности ( $M_k$  и  $M_o$ ) позволяет отнести шлак к кислым. Для шлака НЗФ производства FeSiMn несколько повышено содержание S, Mn и F. В шлаке НЗФ производства сплавов FeMn отмечено высокое содержание элементов Fe, Mn, S, присутствие элементов P и Sr, практическое отсутствие стеклофазы приводит к тому, что шлак НЗФ сплавов FeMn нельзя рассматривать как перспективный шлаковый сорбент.

**Содержание стеклофазы** в шлаке ПФНК определено петрографическим исследованием, %:

- пироксены (диопсид–геденбергит  $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ – $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot 2\text{SiO}_2$ )  $\approx 40$ –50;
- железистые шпинелиды (от  $(\text{Mg},\text{Fe})\text{O} \cdot (\text{Al},\text{Fe})_2\text{O}_3$  и  $(\text{Fe},\text{Mg})\text{O} \cdot (\text{Fe},\text{Al})_2\text{O}_3$  до магнетита  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ )  $\approx 10$ –20;
- стеклофаза  $\approx 40$ –50.

Поглотительная способность шлаков как сорбентов во многом определяется химическим составом и, в первую очередь, присутствием стеклофазы. По результатам рентгенофазового петрографического и микрорентгеновского анализа рассчитано содержание кристаллического и аморфного состояний диопсидового шлака ПФНК: кристаллическое – 47 %, аморфное – 53 %. Таким образом, шлак наполовину состоит из диопсида в аморфном состоянии, что полностью подтверждает механизм сорбции за счет поглощения сорбционно-активной поверхностью шлака.

**Сорбционные свойства шлаков** изучали в статических и динамических условиях по изменению концентраций поглощаемых веществ в растворе, определяемому методами спектрофотометрическим, хроматографическим, флуориметрическим.